FADEC Autostart
Guía del usuario.

Contenido:

Descripción del FADEC
Descripción del terminal de mano (HDT).
Interface RS232
Instrucciones de instalación:
- FADEC
- Batería de la bomba
- Receptor
- Termopar
- Bomba de combustible
- Sistema de combustible
- Sensor de R.P.M.

Programación del FADEC

Arranque del motor y ajuste de sistema.

- Ajuste del punto arranque de bomba.
- Proceso de arranque del motor.
- Ajuste de los valores de:
  - Velocidad de aceleración
  - Velocidad de deceleración
  - Estabilidad de velocidad.

Valores recomendados:
Garantía
Especificaciones
Solución de problemas

- Ajuste de los parámetros Autostart.

Descripción del FADEC

El FADEC (Full Authority Digital Engine Control) es un sistema integrado para el control de una turbina de modelismo. Su función principal es la de controlar y regular la bomba de combustible, suministrando al motor la cantidad necesaria de combustible para su funcionamiento seguro y controlado. El FADEC mide la temperatura de escape, la posición del mando de gases y la velocidad de rotación. Controla todos los parámetros necesarios para garantizar que el motor se mantiene dentro de los parámetros definidos y proporciona un sistema de seguridad que detiene el motor en caso de anomalía importante. Aparte de las medidas descritas, también controla y proporciona la potencia suficiente para activar los elementos auxiliares para el arranque automático del motor, como son el motor de arranque, la bujía y las electroválvulas de gas y combustible. También proporciona una conexión digital serie para conectar un terminal de mano o un PC a fin de que el usuario puede leer los parámetros del motor en tiempo real y modificar los parámetros de funcionamiento..

Las medidas realizadas por el FADEC son::

- Temperatura de los gases de escape
- Voltaje de la batería de la bomba
- Posición del mando de gases
- Velocidad del rotor
- Temporizador de funcionamiento.
- Una señal analógica externa..

Prestaciones:

- Cuentarevoluciones: sensor magnético hasta 250.000 R.P.M.. Sensor infrarrojos bajo demanda.
- Medida de temperatura hasta 1000ºC a través de un termopar tipo "K"
- Control de bomba de combustible, arrancador y bujía a través de modulación de anchura de pulso (PWM) de 1024 niveles.
- Potencia del arrancador ajustable
- Freno eléctrico del arrancador para ayudar a retraer el embrague.
- Detector de bujía fundida.
- Potencia de bujía ajustable
- Temperatura de la bujía independiente del voltaje de la batería
- Temperatura de cierre de la electroválvula del gas ajustable.
- Velocidad de corte del arrancador ajustable.
- Temporizadores de funcionamiento.
- LED de control en la unidad, mas dos más remotos en opción.
- Conexión RS232 para PC.
- Función “Caja negra”. Registra las medidas del funcionamiento del motor cada 0,5s hasta un máximo de 52 minutos.

Ajuste de los parámetros:

Existen dos conjuntos diferentes de parámetros. Son los parámetros de usuario y los parámetros de constructor.
Los parámetros de usuario son accesibles a través del terminal de mano usando los menús. Los parámetros de constructor sólo son accesibles a través de un proceso especial, y en algunas versiones de software sólo son accesibles para los constructores.

Los parámetros de usuario son:

- Ajuste de la radio.
- Velocidad máxima
- Velocidad ralentí
- Velocidad de parada
- Temperatura mínima
- Temperatura máxima
- Tiempo de aceleración
- Tiempo de deceleración
- Estabilidad de velocidad
- Potencia de arranque de bomba
- Rampa de arranque
- Potencia de bujía

A partir de estos parámetros, de las medidas en el motor y de la posición del mando de gases, el FADEC ajusta la potencia de la bomba de combustible de la siguiente manera:

Primero el FADEC verifica que la señal de control recibida del receptor de radio es correcta, es decir, entre los límites programados por el usuario. Si la señal no es correcta, o no se recibe señal durante 1 segundo, el sistema asume que hay un fallo en el enlace de radio y apaga el motor. Durante este tiempo la potencia de motor se ajusta al mínimo..

Una vez verificado que la señal de radio es correcta, se calcula la posición relativa del mando de gases a partir de los límites programados por el usuario en la fase a ajuste. El valor resultante entre el 0 y 100% puede leerse en la pantalla del HDT. Esta posición relativa es transformada en velocidad deseada a partir de los valores de velocidad mínima y máxima previamente programados. Por ejemplo, si la velocidad mínima programada es de 30.000 rpm y la máxima de 100.000 rpm, esta velocidad será alcanzada con el mando de gases al 100%. Con el mando de gases al 50%, la velocidad equivalente será de 65.000 rpm (la mitad entre 100.000 y 30.000). Esta velocidad calculada es posteriormente comparada con la real del motor, y la potencia de la bomba es modificada hasta alcanzar la igualdad.

El usuario puede variar la velocidad de aceleración y deceleración. Para acelerar el motor, el FADEC de aumentar la potencia de la bomba. El sistema vigila la temperatura de escape y reduce la velocidad de aceleración en caso de que la temperatura llegue a niveles peligrosos, y reduce la aportación de combustible en caso de llegar a sobrepasar la temperatura máxima, llegando incluso a para el motor si la temperatura no vuelve a niveles correctos rápidamente. Con este sistema se garantizan aceleraciones rápidas sin riesgo de sobretemperatura para el motor, adaptando el ritmo de aceleración al optimo dependiendo de las condiciones ambientales presentes.

Con este sistema de control, de bucle cerrado, se asegura que la velocidad del rotor sea proporcional a la posición del mando de gases, independientemente del voltaje de batería, diferentes motores, etc. Este beneficio es muy útil en caso de aviones polimotores , ya que consigue que siempre velocidad de los motores sea la misma en todos ellos en toda la gama de potencia.

Aparte de las protecciones por sobrevelocidad, sobretemperatura, y fallo de radio, el sistema incorpora dos protecciones suplementarias. En caso de que la temperatura descienda por debajo de un límite mínimo, indicando que se ha apagado la llama del motor, el sistema apaga la bomba para evitar que el motor se llene de combustible no quemado. Asimismo también detiene la bomba en el caso de que la velocidad del rotor descienda por debajo de un mínimo establecido, para proteger al motor de funcionar por debajo de la velocidad de autosostenimiento o en caso de fallo del sensor de RPM.

El motor puede ser arrancado manual o automáticamente.

Para arrancar el motor en modo manual, el usuario debe situar el trim de la radio arriba y el stick abajo. En la pantalla del HDT aparecerá la palabra “ready” indicando que el sistema está a punto para arrancar. Una vez en esta posición, el usuario debe: 1) aplicar el arrancador al rotor . 2) Abrir la llave del gas y encenderlo. Cuando el FADEC detecte una temperatura de escape mayor que la de arranque (start/minimum temperature) y el rotor girando a más de 2000 rpm, el sistema empezará a bombear combustible al motor, el LED verde parpadeará, y la pantalla del HDT mostrará “Fuel Ramp”, incrementándose la velocidad del motor hasta que llegue a la velocidad de ralentí, momento en que la pantalla del HDT mostrará “Running” y la velocidad del motor se estabilizará a la velocidad programada de ralentí. Solo es posible arrancar en modo manual si el mando de gases permanece al mínimo después de arrancar el sistema. Si el mando de gases se mueve a más del 50%, el sistema entra en modo automático y no permite el arranque manual hasta que se apaga y se vuelve a encender

Para arrancar el motor en modo automático, el usuario debe situar el trim arriba, y mover el mando de gases hasta el 100% y bajarlo al mínimo. En este momento empezará la secuencia de autoarranque hasta que el motor llegue al ralentí, momento en que el usuario tomará el control del motor. Se puede detener la secuencia de arranque automático en cualquier momento bajando el trim al mínimo. En el caso de que la temperatura de escape sea superior a la mínima en el momento de subir el stick, el motor de arranque será conectado a máxima potencia para permitir enfriar el motor, actuando el stick como un interruptor siempre que el trim esté abajo.

Existe un sistema para purgar la bomba de combustible. Situando el stick al 100% durante más de 5s, la bomba arrancará durante 1 segundo al 25% de la potencia.

4. Instalación del FADEC

Conexiones:

- Mando de gas: Cable de servo tipo JR.
- Electrovalvulas de gas y combustible, sensor de RPM y sensor de temperatura: Conector tipo JR
- Entrada batería: Cable rojo/negro
- Bomba de combustible: Cable rojo/Verde
- Bujía: Cable negro/amarillo
- Arrancador: Cable rojo/azul

*Nota: En todos los cables de potencia el rojo es el común y positivo. Esto quiere decir que todos los cable rojos están conectados directamente al positivo de la batería. Cuidar el aislamiento de estos cables, especialmente en el arrancador, ya que el cuerpo del motor está conectado al negativo a través de las conexiones de la bujía.

Conectar todos los cables en su sitio, vigilando que los conectores JR pueden ser conectados en posición inversa. Ver las etiquetas coloreadas en el cuerpo del FADEC para identificar las conexiones. La posición de los contactos ha sido

diseñadas de tal manera que no se pueden producir daños a la electrónica en caso conexión errónea, excepto en caso de inversión de polaridad de batería.

Tenga cuidado con:

- Si el conector del termopar es conectado al revés, la lectura de temperatura descenderá cuando se caliente, y el sistema no reconocerá cuando el gas está encendido.
- Si el conector del sensor de RPM se conecta la revés, no detectará velocidad.
- Usar el motor de arranque y el voltaje de batería recomendado. Un exceso de corriente puede dañar los semiconductores. Si durante un intento de arranque el FADEC se calienta, especialmente de la parte inferior, seguramente hay algún cortocircuito o motor de arranque inadecuado. El FADEC debe estar frío en todo momento.
- El cuerpo del motor está conectado directamente a la batería a través de la conexión de la bujía. Cuide el aislamiento de todas las conexiones a fin de prevenir cortocircuitos fortuitos.
-

4.1 Instalación de la unidad principal:

El FADEC es un sistema electrónico cuya instalación debe se similar a del receptor de radio. Debe de estar situado en un lugar accesible, protegido de las vibraciones, y lejos del calor del motor. Es aconsejable de mantener la longitud de los cables eléctricos al mínimo posible y lejos de la antena a fin de evitar que esta capte ruido radioeléctrico producido por la bomba de combustible. Esta debe tener instalados los condensadores antiparasitarios.

4.2 Selección de batería:

El FADEC necesita dos diferentes alimentaciones. La primera es tomada del receptor de radio a través de la conexión del mando del gas, y la segunda de la batería que alimenta la bomba, arrancador, etc. **Antes de conectar la batería compruebe la polaridad, ya que la conexión inversa provocará una avería importante.**

El FADEC puede trabajar con voltajes de batería entre 1.2V y 12V en modo de arranque manual, y entre 4,8 y 12V en modo automático. La selección del número de elementos de batería debe hacerse de acuerdo con los elementos auxiliares, básicamente la bomba y el arrancador, que ambos deben ser de parecidas características. Use siempre el voltaje recomendado por su fabricante de motor.,

Esta batería no necesita un interruptor, ya que el FADEC lo incorpora internamente, pero es recomendable desconectarla si no va a usarse la unidad por varios días
Las baterías de NiMh o LiIon no están recomendadas por su elevada resistencia interna. Use baterias de buena calidad, carga rápida NiCd de 1200mAh mínimo, preferiblemente superior, y carguela antes de cada vuelo.

4.3 Receptor de radio.

El FADEC se conecta al receptor de radio a través de una conexión standard de servo,

4.4 Termopar

El FADEC usa un termopar de tipo “K ", capaz hasta 1100ºC. El termopar proporcionado es una varilla de Inconel 600 de 1,5mm de diámetro con cable de 50cm y acabado en un conector que se conecta directamente al FADEC El modo de instalación recomendado consiste en practicar un agujero de 1,5mm de diámetro en la tobera de escape e insertar el termopar de manera que sobresalga unos 2-3mm dentro de los gases de escape

4.5 Sistema de combustible.

Usar tubos de 6 mm en el lado de aspiración de la bomba y de 4mm de esta a la electrovalvula de combustible, y de esta a el motor.

4.5 Sistema de gas:

Use tubos de 4mm del deposito de gas a la electroválvula de gas, y de esta al motor. Debe instalarse un restrictor de gas a la entrada del motor a fin de limitar el caudal de gas. No use propano al 100%, ya que la presión excesiva dañaría las electrovalvulas.

5. Programación del FADEC

Use los valores recomendados para su motor. Algunos de ellos están programados en fábrica y no pueden ser modificados por el usuario.

Parámetros programables por el usuario:

Parámetro	Función	Rango
Full speed	Ajusta la velocidad de giro del motor con el mando de gases al 100%.	0-250.000

RPM		RPM.
Idle RPM	Ajusta la velocidad de giro del motor con el mando de gases al ralentí.	0-250.000 RPM.
Stop RPM	Ajusta la velocidad mínima de giro del motor. El sistema apagará la bomba de combustible si la velocidad del rotor desciende por debajo de este valor.	0-250.000 RPM.
Start/Minimum Temperature	Temperatura mínima a la que el motor puede trabajar. En fase de arranque, la bomba empezará a suministrar combustible cuando se registre dicha temperatura. En fase de funcionamiento, la bomba se apagará si se registra una temperatura inferior a esta.	0-999 ºC
Max. Temperature	Temperatura máxima de funcionamiento del motor. El sistema intentará mantener la temperatura de escape por debajo de dicho valor, llegando a pararlo en caso necesario.	0-999 ºC
Acceleration delay	Ajuste del tiempo de aceleración. A mayor valor, mayor tiempo.	0-255
Deceleration delay	Ajuste del tiempo de deceleración. A mayor valor, mas lentamentamente responderá el motor.	0-255
Stability delay	Ajuste del tiempo de corrección de potencia, una vez ha llegado el motor al valor deseado. Incrementar en caso de inestabilidad de potencia.	1-255
Pump start point	Potencia mínima de la bomba en fase de arranque.	0-255
Start Ramp	Ajuste de la velocidad del incremento de potencia de la bomba en fase de arranque	0-255
Stick travel adjusts.	Permite ajustar el recorrido del mando de gases en tres puntos, stop, ralentí y potencia máxima.	
Glow Plug power	Ajusta la potencia de la bujía.	

5.1 Programación del FADEC con el terminal de mano (HDT).

El HDT tiene una pantalla de 16x2 caracteres y 4 botones que permiten moverse a través de los diferentes menus y cambiar los datos. Los datos están organizados en pantallas. Las dos primeras muestran los datos del motor en tiempo real, y las siguientes permiten modificar los diferentes parámetros de la tabla anterior. Todos estos parámetros se pueden modificar mientras el motor está en marcha, con lo que es fácil ajustar el motor sin tener que arrancarlo cada vez que se cambia un parámetro. Los botones de la izquierda permiten cambiar de pantalla en modo ascendente (menu up) o descendente (menu down), y los de la dercha permiten cambiar los valores.

Pantalla 1

LA pantalla 1 es la que aparece por defecto, y muestra los principales parámetros del motor:

S	t	a	t	u	s				T	=	y	y	y	º	C
R	p	m	w	w	w	w	w	w		P	w	z	z	z	%

Los valores leídos son:

Status	Palabra de 8 letras indicando el estado del sistema (Ready, Fuel Ramp,...)
Yyy	Temperatura de escape.
Wwwwww	Velocidad (RPMs.)
Zzz	Potencia de la bomba. Valor entre 0 y 1000 indicando la potencia relativa de la bomba.

Pantalla 2

La pantalla 2 muestra los parámetros secundarios de operación, como son la información respecto al mando de gases y el voltaje de la batería

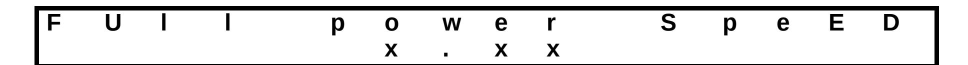
P	U	l	s	e	=	X	x	x	x	µ	S		y	y	%
V	B	=	z	z	.	Z	V		V	e	r	w	.	W	

Los valores son:

Xxxx	Duración del pulso de control recibido del receptor. Es el valor absoluto generado por el transmisor. Los valores usuales están entre el mínimo 800-1000µS y 2000-2200 µS el máximo.
Yy	Valor calculado de la posición del mando de gases. El FADEC usa los valores de la carrera del mando de gas programados por el usuario para calcular el valor relativo entre 0 y 100%
zz.z	Voltaje de la batería de la bomba
w.w	Versión de software

Pantallas siguientes:

Las pantallas siguientes tienen todas la misma estructura, excepto que cada una permite cambiar un parámetro diferente. Por ejemplo, la pantalla de velocidad máxima es:



La expresión x.xx indica el valor almacenado en el FADEC Para cambiar este valor es necesario usar los botones de la derecha del HDT.

La programación de todos los datos se realiza secuencialmente, cambiando a la pantalla siguiente usando el botón “Menu Up". La programación del mando de gases es un caso especial que necesita un proceso diferente, descrito seguidamente.

Programación de la carrera del mando de gas:

Para la programación de la radio, es necesario disponer del FADEC conectado a el receptor de radio, y el transmisor en marcha. No es necesario conectar la batería de la bomba ni otros elementos (bomba, batería bomba..)

Preparacion y verificación del transmisor.

El transmisor no debe tener programado ninguna reducción de recorrido, subtrim, exponencial, etc. programado. En caso de duda se recomienda conectar un servo y verificar que el recorrido es lineal en toda la gama, y que el trim funciona perfectamente. Cuando este comprobado el transmisor, conectar el FADEC y a través del pulsador “Menu Up " cambiar a la pantalla 2. Con el trim y el stick arriba, la lectura “Pulse = xxxx” debe entre 1850-2200. Con el stick y el trim abajo la lectura debe ser entre 800 y 1000. En el caso de que las lecturas estén invertidas, caso frecuente en algunos transmisores Futaba, es necesario cambiar el sentido del movimiento del servo en el transmisor (Servo reverse). Si las lecturas no llegan a los valores indicados anteriormente, posiblemente el transmisor tiene aplicado alguna funcion limitando el movimiento del servo. Cuando el transmisor esté verificado, el FADEC puede ser programado. Para esta función, el HDT muestra 4 pantallas.

Cambiar a la pantalla 'Transmitter programming'. Esta primera pantalla permite acceder a la programación de la radio. Apretar el botón 'Data Up' para entrar. Seguidamente aparece la pantalla de la posición de mando de gas a potencia máxima. Ponga el stick y el trim arriba y pulse "Data Up" (arriba/derecha). En este momento el FADEC memorizará la posición actual del mando del gas como potencia máxima, y el HDT cambiará a la siguiente pantalla. Es posible cambiar de pantalla sin alterar la memoria pulsando el botón "Menu up" (arriba izquierda) . La pantalla cambiará, pero no se memorizará la nueva posición.

La pantalla siguiente permite programar el límite inferior. (stop). Situar el stick y el trim al mínimo y pulsar el boton "Data Up ". También en este caso, pulsando el botón “Menu up“ causará el cambio de pantalla sin variar el ajuste previo.

El último ajuste del transmisor es la posición del trim que corresponderá al ralentí del motor. Situar el trim arriba y el stick abajo, y pulsar “Data Up”. Igual que en los anteriores menus, pulsando “Menu up “ causará el cambio de pantalla sin alterar los ajuste previos..

Es posible verificar la correcta programación del transmisor a traves de la segunda pantalla del HDT.

A la derecha del valor “Pulse=xxxx” aparece un porcentaje. Este valor debe corresponder a la posición relativa del mando del gas. Con el stick y trim abajo, el valor debe ser 0% y con el stick y trim arriba debe ser 100%. Si no se alcanzand estos valores, o se alcanzan en otros puntos que no sean los descritos, hay que repetir el proceso de calibración.
Cuando los límites superior e inferior se hayan verificado, se puede verificar el ajuste del valor del trim.

En la primera pantalla del FADEC verificar que con el trim y stick abajo el texto sea “Trim Low” y subiéndolo lentamente debe cambiar a “Ready” a aproximadamente la mitad del recorrido. Desde este punto hacia arriba el FADEC considera que el motor debe estar en marcha, y por debajo de el, parado.

5.2 Sistema de seguridad del enlace de radio (failsafe):

El FADEC incorpora un sistema de seguridad que apaga el motor en caso de fallo de radio., pero que previene la parad del motor en caso de pequeñas pérdidas de señal. El sistema funciona en PCM/PPM/IPD.

<u>Sistemas PPM</u>:

En caso de fallo de radio (movimiento errático de los servos, pulsos fuera de los límites programados), el FADEC ajusta la potencia del motor a ralentí durante aproximadamente 1 segundo,. Si durante este tiempo la radio se repone, el sistema continua funcionando normalmente, pero si no, se apaga el motor.

<u>PCM /IPD systems:</u>

El usuario debe programar el “failsafe” del receptor para apagar el motor. En caso de fallo de radio, el receptor mandará la orden de apagar el motor. El FADEC ajustará la potencia a ralentí durante 1s y después de este tiempo apagará el motor. Si el receptor recibe la señal correcta durante este tiempo, el sistema volverá a la potencia nominal. Este sistema permite volar a traves de pequeños cortes de señal de radio sin apagar el motor, pero manteniendo la capacidad de apagarlo en caso de perdida total.

EN RECEPTORES PCM Y IPD PROGRAME SIEMPRE EL “FAILSAFE” PARA QUE CORTE EL MOTOR. NO OPERE JAMÁS UN AVIÓN A TURBINA CON EL “FAILSAFE” AJUSTADO A “HOLD”.

5.3 Prestaciones especiales:

Temporizadores:

La última pantalla del HDT muestra 3 contadores. El primero es el contador de tiempo de operación total en minutos. El segundo la duración del último ciclo en segundos, y el tercero es el contador del número de arranques.

Causa de la última parada:

El FADEC guarda en su memoria interna las medidas del motor durante los 52 últimos minutos de operación cada 0,5s. Estas medidas pueden ser descargadas posteriormente a través de un PC y un cable con adaptador RS232 cable, pero el usuario puede ver en el HDT la causa de la última parada. Esta prestación es útil para conocer la causa de una parada en vuelo. Para acceder a esta función, conectar el sistema, situar el trim abajo (Trim low en pantalla) y pulsar el botón “menu down” (izquierda abajo) . El HDT mostrará la causa de la parada con las medidas de RPM, EGT y bomba en ese memento durante 2s.

6. Ajuste del conjunto.

6.1 Ajuste del valor de arranque de bomba (“Pump start point”).

El FADEC tiene la capacidad de ajustar automáticamente la potencia de la bomba en el momento del arranque de la misma para que gire a la minima velocidad posible, independiente del voltaje de la bateria y de la “dureza” de la bomba. El usuario puede elegir entre el modo manual y el modo automático.

Modo AUTO:

Los valores de “Pump start point” desde 0 a 8 funcionan en modo automático. Esto quiere decir que el FADEC ajustará automáticamente la potencia aplicada a la bomba para conseguir que esta arranque de modo suave y a la mínima velocidad posible. El valor recomendado para los primeros arranques es AUTO+0, pero es posible de arrancar la bomba a velocidad superior seleccionando AUTO+1, Auto+2... si es necesario.

Modo Manual:

Para valores entre 9 y 255 la potencia aplicada a la bomba es un valor fijo. Es necesario programar el valor correcto dependiendo del voltaje de bateria y de la bomba para que esta arranque lentamente.

6.2 Ajuste del valor “Pump start ramp”:

Este parámetro ajusta la velocidad del incremento de combustible en fase de arranque. Un valor mayor produce un arranque más rápido, y por lo tanto, más caliente, y un valor menor produce un arranque más lento.

6.3 Ajuste de los valore de velocidad de aceleración (Acceleration delay), deceleración (Deceleration delay), y estabilidad (Stability delay)

Normalmente estos valores no necesitan ajuste, y los valores recomendados son correctos para la mayoría de motores, pero con el fin de que el FADEC se pueda usar en cualquier tipo de turbina estos parámetros son disponibles para ser ajustados por el usuario..

Retraso de aceleración (Acceleration delay)

El FADEC calcula la velocidad de aceleración dependiendo de la temperatura de escape, la velocidad actual del rotor y del valor de este parámetro (Acceleration Delay), por lo tanto es posible de modificar el tiempo total de aceleración a traves de este parámetro. Incrementado este valor aumentará el tiempo que tarda el motor en acelerar.

Retraso de deceleración (Deceleration delay)

Similar al retraso de aceleración, es posible variar el tiempo de deceleración a traves de este parámetro. Incrementando este valor se aumentará el tiempo que tarda el motor en decelerar.

Retraso de estabilidad

Cuando el motor ha alcanzado aproximadamente la potencia deseada a traves del mando del gas, el FADEC ajusta finamente la cantidad de combustible a fin de obtener el valor exacto de potencia. La velocidad de ajuste se regula a traves de este parámetro. Los valores habituales están comprendidos entre 40 y 80, dependiendo de los valores de aceleración, deceleracion y inercia de todo el sistema, incluyendo bomba, motor, longitud de tubos, etc. Si se programa un valor demasiado bajo la potencia del motor será inestable, ya que el FADEC corregirá la potencia más rápidamente que el

tiempo de respuesta del motor, provocando aceleraciones y deceleracions constantes. Si el tiempo es demasido largo, el FADEC tardará mucho tiempo en llegar a la potencia exacta programada y adaptarse a cambios de voltaje de batería, bomba, etc..

7. Valores recomendados para algunos motores conocidos en modo Autostart:

Motor:	KJ66	JG100	Bee
Velocidad máxima	120.000 Rpm	126.000 RPM	175.000
Idle speed	37.000 Rpm	32.000 Rpm	55.000
Stop speed	25.000 Rpm	20.000 Rpm	42.000
Maximum temperature	800ºC	800ºC	800ºC
Minimum temperature	100ºC	100ºC	100ºC
Bomba recomendada:	Haüsl 28020	Haüsl 28020	Haüsl 28020
Voltaje de batería:	7.2 V	7.2 V	7.2V
“Pump start point”	Auto+2	AUTO+2	AUTO+2
Start Ramp	4	4	3
Motor de arranque recomendado	Speed400 6V /Speed 300	Speed400 6V	Speed300

Atención: NO usar el motor de arranque Speed400/4.8V RACE con voltajes de batería superiores a 6V, ya que puede producir daños en el FADEC.

Aplicación	Primer arranque	Banco de pruebas	Vuelo normal	Vuelo Sport
Acceleration delay	120	50	40	30
Deceleration delay	30	30	30	25
Stability delay	40	40	60	60

8. Garantia:

El FADEC goza de un año de garantia . La garantia solamente cubre la reparación o sustitución de la unidad principal o el terminal de mano. Los daños producidos por uso inadecuado como puede ser la inversión de polaridad, cortocircuitos o daños por accidente en vuelo no están incluidos.
Esta garantía NO incluye cualquier daño producido a los motores, aviones, personas o cualquier otra cosa debido al malfuncionamiento del FADEC
El usuario debe proveer un sistema independiente de paro de motor en caso de emergencia (por ejemplo una válvula de combustible operada por un servo) como seguridad adicional.
Recomendamos leer y seguir el “GTBA code of practice”. (http://www.gtba.cnuce.cnr.it/CODE.HTM)
Soporte técnico en linea: info@fespiell.com

9. Especificaciones:

Medidas:

Sensor de temperatura	Termopar tipo “K “
Rango de temperatura:	0-999 ºC.
Resolucion de temperatura:	2 ºC
Precision de temperatura:	2%
Rango de velocidad.:	0-250.000 R.P.M.
Resolución de velocidad:	100 R.P.M.
Precision de velocidad:	0.05 %
Rango de medida de voltaje de la batería de la bomba:	0-10 V .
Resolución de medida de voltaje:	0.1 V
Precision:	2 %

Alimentación:

Voltaje de alimentación del receptor:	De 4 a 10V
Consumo de la batería del receptor::	30 mA.
Voltaje de batería de la bomba:	Autostart: 4,8-10V (7.2 V tipico) Manual: 1,2V-10V
Corriente de la bomba:	6 A Max.

Conexión remota a traves de puerto RS232(TTL) a 2400 baud
Medidas (mecánicas): 54 x 34 x 22 mm.
Peso: 45 g.

Autostart & ajustes avanzados:.

Aparte de los parámetros del operador que son modificados habitualmente por los usuarios, existen otros parámetros reservados para los fabricantes y usuarios avanzados. Algunos de estos parámetros pueden estar deshabilitados en algunas versiones de software.

Estos parámetros son:

- Calibración de temperatura
- Puesta a cero de los temporizadores
- Limite de velocidad..
- Potencia del arrancador (%) en la fase de ignicion
- Ventana de velocidad de ignición (min y max rpm) en la fase de ignición del gas
- Velocidad de paro del arrancador.
- Velocidad de rearranque del arrancador. Si en fase de arranque la velocidad disminuye por debajo de este valor, el arrancador volverá a arrancar.
- Temperatura de corte de gas.
- Velocidad mínima de arranque. Velocidad mínima que el rotor debe tener después de 1.5s de conectar el arrancador. Si la velocidad es inferior a este valor, la etiqueta "bad start" aparecerá en la pantalla y se abortará el proceso de arranque.
- Potencia del arrancador al inicio de la rampa de fuel
- Tiempo de precaldeo.
- Velocidad a la que el arrancador llega al 100%. Cuando el sistema detecta que el gas se ha encendido, arranca el motor de arranque y la bomba a potencia reducida a fin de que la cámara de combustión se caliente durante el tiempo de precaldeo, y después de dicho tiempo, la potencia de la bomba y la del arrancador se incrementan gradualmente. La potencia del arrancador llega al 100% a las revoluciones programadas por este parámetro. Este sistema de modulación de la potencia del arrancador permite usar motores pequeños en aplicaciones con mucha inercia sin peligro de quemarlos por demasiada potencia a baja velocidad..
- Rampas de arranque: El sistema permite variar la velocidad del incremento de flujo de combustible dependiendo de la velocidad del rotor. El rango de revoluciones desde 0 a ralentí está dividido en tres sectores a través de 2 puntos de velocidad. En cada sector se aplica una rampa de combustible/tiempo diferente, de manera, que el incremento de la potencia de la bomba depende de la velocidad real del rotor que determina sector de velocidad, y por lo tanto, una rampa determinada, y del valor "pump start point", que se suma a modo de ajuste global.. Por ejemplo, si los puntos de RPM estan situados a 16.000 y 30.000 RPM, el valor de ramp1 a 3, ramp2 a 1, ramp3 a 4 y el "pump start ramp" at 2, entonces la rampa real de combustible aplicada desde 0 hasta 16.000 RPM será ramp1 + "pump start ramp" = 3+2=5. De 16.000 a 30.000 será de ramp2 + "pump start ramp" = 1+2=3 y de 30.000 a ralentí será de ramp3 + "pump start ramp" = 4+2=6. Ya que el valor de "pump start ramp" se suma a todos las rampas, el operador puede modificar la rampa total sin tener que modificar los parámetros de constructor..

Arranque del motor en modo automático:

-Asegúrese que el motor funciona correctamente antes de intentar un arranque automático. Puede arrancar el motor en modo manual para probarlo.

-Procure que el sensor de RPM esté situado lejos de cables y otros campos magneticos (bomba de combustible, servos, cables de la bujía...) debido a que la lectura de velocidad puede ser interferida por estas perturbaciones. En caso de tener una lectura fija de 64.000RPM con el rotor en reposo y la bujía encendida, alejar los cables de la bujía del captador y trenzarlos.

-Asegúrese de que el arrancador funciona suavemente sin quedarse enganchado a la tuerca del compresor. En motores grandes (KJ, JG) el arrancador conectado directamente a la batería debe ser capaz de hacer girar el rotor hasta 10.000-15000 RPM en frío, y hasta 15.000-20.000 RPM en motores pequeños. En caliente el arrancador debe ser capaz de llegar hasta 20.000RPm en motores grandes y 30.000RPM en motores pequeños

-El filamento de la bujía debe estar bien expuesto. Con la ayuda de una aguja, sacarlo de su posición normal dentro del cuerpo de la bujía y exponerlo de forma similar al filamento de una bombilla. Ajustar la potencia de la bujía al rojo-blanco. Comprobar con un mechero de gas que la bujía enciende el gas del encendedor sin problemas.

-Se debe instalar un restrictor en la línea del gas para ajustar la cantidad necesaria del mismo. Normalmente los problemas de problemas de ignición se deben a un exceso de gas, no a falta del mismo. El deposito de gas debe proporcionar solamente gas, no liquido. No usar propano 100%, usar solamente mezclas de butano/propano (Camping gas, etc) que tengan una presión de vapor de 2bar como máximo. La presión del propano puro es excesiva y puede dañar a las electroválvulas.

Siempre instale y confirme el funcionamiento de su instalación de Autostart en el banco de pruebas, antes de instalarla en el modelo.

Esta versión de Autostart sólo utiliza un canal de radio para todas las funciones del motor. Para arrancar el motor

en modo Autostart, el proceso es el siguiente:

- Subir el trim de la radio. En el Terminal se debe leer "Ready" (Listo) . En esta posición el motor funcionará a ralentí una vez arrancado. Si el trim está bajado, se leerá “trim low”, y si está más alto que el ralentí se leerá "StickLo!".
- Cuando en la pantalla se lea "Ready" , mover el stick a gas a fondo..
- Si el stick se mantiene a potencia máxima más de 5 segundos, la bomba arrancará durante 1 segundo al 25% de potencia para cebar los tubos. Si no es necesario cebar los tubos, bajar el stick antes de los 5 segundos
- Cuando el stick llega al ralentí otra vez, empieza la secuencia.
- Se conecta la bujía y se comprueba su funcionamiento. Si es correcto, se abre la válvula del gas y el arrancador arranca a potencia reducida (soft start) y se comprueba su funcionamiento. Si la prueba de la bujía falla, aparece en pantalla el mensaje "Glow Bad". Si falla el arrancador, el mensaje es “Start Bad”. En ambos casos se aborta la secuencia de arranque.
- Cuando la velocidad de giro llega al valor que se ha programado en el parámetro "max. RPM ignicion" (4000 RPM por defecto), el arrancador se desconecta hasta que la velocidad es inferior al parámetro “Min. RPM ignición”, donde el arrancador vuelve a arrancar, manteniéndose las revoluciones del rotor entre estos dos valores hasta que se produce la ignición del gas.
- Durante el ciclo de ignición, cuando el termopar registra un incremento de temperatura de 50ºC o la temperatura de escape es superior a la mínima programada en el parámetro “start/minimum temperature”, indicando que el gas se ha encendido, el arrancador arranca a potencia reducida, la bomba de combustible empieza a girar y la electrovalvula del combustible se abre. Después de un tiempo de precalentamiento (preheating), programable por el parámetro #20. Después de este tiempo de precalentamiento el la potencia del arrancador y de la bomba se incrementan gradualmente (fuel ramp).
- El motor empieza a acelerar según va incrementando el flujo de combustible. La velocidad del incremento se puede variar con el parámetro “start ramp”, según se describe en el procedimiento de arranque manual.
- Cuando la temperatura de escape llega al valor predefinido en el parámetro #23, usualmente 400ºC, la válvula de gas se cierra, y cuando la velocidad llega al valor de paro del arrancador (parámetro 23), este se desconecta. El motor continúa acelerando por sus propios medios hasta que llega a la velocidad de ralentí.
- El usuario puede finalizar la secuencia en cualquier momento, bajando el trim. Si el motor ya había llegado al ralentí, (running) el sistema realizará una secuencia de refrigeración del motor a traves de cortos arranques del motor de arranque hasta que la temperatura esté por debajo de la mínima temperatura de arranque. Esta secuencia se puede finalizar subiendo el trim.
- Si el motor está caliente en el momento en que el usuario manda una secuencia de arranque, (temperatura superior a la mínima)m el sitema realizará una secuencia de refrigeración hasta que la temperatura descienda, continuando con el ciclo de arranque. Asimismo el usuario puede realizar la secuencia de enfriamiento manualmente conectando manualmente el motor de arranque subiendo el stick a valores superiores al 75% mientras el trim está abajo. En estas condiciones el mando de gases se comporta como un interruptor.

Programación de los parámetros avanzados:

- Ajuste primeramente los parámetros normales, especialmente los relacionados con el transmisor de radio.
- Ponga el trim y el stick abajo. En la pantalla se debe leer “Trim low”.
- Apague y encienda el FADEC Cuando se muestre la primera pantalla (“ FADEC....by G.Espiell”) pulsar el boton “data down” (boton derecho/abajo) y seguidamente el boton “menu down” (botón izquierdo/abajo). Se deben pulsar rápidamente, antes que la pantalla normal aparezca..
- Se mostrará una pantalla con un número de parámetro y el dato correspondiente. Para cambiar el numero de parámetro usar los botones de la izquierda, y para modificar los dato, usar los botones de la derecha.
- Subiendo el Stick el sistema vuelve a las pantallas normales.

Cuidado: Los valores de los parámetros son almacenados en la memoria al mismo tiempo en que se modifican, tenga cuidado antes de modificarlos..
El significado de cada parámetro es:

Param. Nr.	JG10	KJ66	Bee	Unidades	Descripción
1				ºC *2	Calibración del sensor de temperatura. Ajustado en fábrica, no cambiar.
7	100	100	100	V/ 0.06	Voltaje mínimo de la batería . Valor= V/0.06. Ej. 6V/0,06=100
16	2	2	2	Rpm*1000	Velocidad mínima del rotor antes de arrancar la bomba de combustible y continuar la secuencia de arranque.
17	35	35	35	0 a 255	Potencia del arrancador en fase de ignición.
18	5	5	5	Rpm*1000	Velocidad máxima del rotor en fase de ignición
19	2	2	2	Rpm*1000	Velocidad mínima del rotor en fase de ignición
20	6	6	6	0,5s	Tiempo de precaldeo. Es el tiempo de espera entre la detección de ignición y la rampa de arranque.
21	0	0	0		No usado
22	100	100	100	4ºC	Temperatura en la que se cierra la válvula del gas. El valor real es el valor de este parámetro multiplicado por 4.
23	17	20	34	Rpm*1000	Velocidad en la que se desconecta el arrancador
24	35	35	35	0 to 255	Potencia del arrancador durante el tiempo de precaldeo y al inicio de la rampa de arranque.
25	12	15	30	Rpm*1000	Velocidad del rotor en done la potencia del arrancador llega al 100%
26	16	20	30	Rpm*1000	Primer punto de velocidad en la rampa de arranque. De 0 RPM hasta esta velocidad, se aplicará el valor de RAMP1.
27	23	25	43	Rpm *1000	Segundo punto de velocidad en la rampa de aranque. Desde la velocidad definida en el punto anterior hasta esta velocidad, se aplicará el valor de RAMP2. Por encima de esta velocidad, se aplicará el valor de RAMP3.
28	0	0	0	RAMP1	1a. Rampa de combustible. El valor real aplicado será este valor sumado con el "Pump start ramp".
29	0	0	0	RAMP2	3a. Rampa de combustible. El valor real aplicado será este valor sumado con el "Pump start ramp"..
30	0	0	0	RAMP3	3a. Rampa de combustible. El valor real aplicado será este valor sumado con el "Pump start ramp".
31	12	16	24	Rpm*1000	Velocidad en la que el arrancador es reconectado si la velocidad del rotor cae por debajo de esta velocidad..

. **Problemas mas usuales:**

10.1 Arranque:

Problema:	Causa:	Solución:
Cuando se sube el trim, el led verde no se ilumina y "Ready" no aparece en la pantalla.	FADEC en modo stop.	Apague /encienda el FADEC
	Transmisor mal ajustado	Verificar / programar la radio.
Al iniciar un ciclo de arranque automático, en la pantalla sale "Glow bad"	Bujía defectuosa o desconectada. Batería descargada	Comprobar bujía y batería
Al iniciar un ciclo de arranque automático no pasa nada y al cabo de Unos segundos aparece el mensaje "Start Bad"	-Arrancador defectuoso o desconectado	Comprobar arrancador
	Potencia del arrancador ajustada muy baja	Comprobar valor del parámetro #17.
Al iniciar un ciclo de arranque automático el rotor gira pero al cabo de Unos segundos aparece el mensaje "Start Bad"	Fallo del sensor de velocidad	Comprobar la lectura de RPM
	Potencia del arrancador ajustada muy baja	Comprobar parámetros 16 y 17
La velocidad del rotor va oscilando entre los los valores programados de ignición, pero el gas no se enciende.	Deposito de gas vacío o electroválvula bloqueada	Comprobar que el gas llegue al motor.
	Potencia de la bujía muy baja, o el filamento poco expuesto	Comprobar y ajustar la temperatura de la bujía. La bujía debe tener 2-3 espiras como mínimo expuestas, y debe estar al naranja-blanco. Comprobar con un encendedor de gas que este se enciende fácilmente.
	Tubo de inyección de gas mal instalado en el interior de motor	Consultar con el fabricante del motor la posición correcta..

	Exceso de gas . La mezcla es demasiado rica	Reducir el flujo de gas. Usar solamente butano (no propano 100%) a traves de un restrictor de 0,3mm – 0,5mm
Cuando el gas se enciende, aparece el mensaje “Start Bad”	El rotor no tiene la suficiente velocidad para continuar con la secuencia de arranque.	-Comprobar el valor del parámetro 16. -Incrementar la potencia del arrancador a través de los parámetros 17 y 24
Cuando se enciende el gas, el FADEC no conecta la bomba ni empieza la rampa de arranque.	La temperatura detectada es demasiado baja, posiblememnte debido a poca cantidad de gas, excesiva velocidad del rotor o incorrecta localización del termopar.	Comprobar la temperatura de escape con el terminal de mano. -Incrementar el flujo de gas, reducir la potencia del arrancador en esta fase y comprobar el sensor de temperatura.
Exceso de combustible al incio del arranque. Arranque muy caliente.	Valor del “Pump start point” muy alto.	Reducir el valor de “Pump start point”.
Cuando el motor empieza a funcionar con combustible tarda mucho tiempo en llegar a ralentí.	Los valores de “pump start ramp “ y “pump start point” son muy bajos.	Si el motor acelera lentamente cerca de la velocidad de ralentí, incrementar el “Pump start ramp”. Si es lento desde el principio, incrementar el “pump start point”
Exceso de temperatura a partir de la desconexión del arrancador	El valor de “ pump Start Ramp “es demasiado alto o el arrancador se desconecta demasiado pronto	Bajar el valor de “pump *start ramp*” .
El motor llega a una velocidad intermedia, se estabiliza y la temperatura empieza a subir sin incrementarse las RPM.	El arrancador se desconecta demasiado pronto, o no es capaz de proporcionar al motor la suficiente velocidad.	Comprobar/cambiar los parámetros del arrancador, comprobar cambiar el arrancador, comprobar que el embrague se desconecte..
Cuando el motor llega a ralentí y aparece el mensaje “running”, la velocidad continua aumentando a valores superiores a los programados como ralentí, descendiendo posteriormente a estos valores.	La rampa de arranque es demasiado alta y el motor llega al ralentí con exceso de combustible.	Bajar el valor de “Start ramp”

10.2 En funcionamiento

Problema:	**Causa:**	**Solución:**
10.2.1 El motor no llega a potencia máxima.	Valor de “maximum RPM” mal programado o ajuste de la rádio defectuoso	Comprobar los ajustes
	Bateria de la bomba descargada, bomba defectuosa, tubos o inyectores obstruidos	Comprobar el valor de la potencia de la bomba. SI llega a 1000, verificar bomba, tubos, bateria.
10.2.2 Inestabilidad de potencia a ralentí o valore bajos		
	Stability delay demasiado bajo	Incrementar el valor de “Stability delay” Usar valores de 50-60

10.3 Acceleracion:

Problema:	**Causa:**	**Solución:**
10.3.1 Al acelerar rápidamente el motor acelera rápidamente hasta un valor intermedio y continua acelerando mas lentamente hasta llegar a potencia máxima	Ha ocurrido un cambio externo al FADEC en el circuito de combustible, bomba, motor desde el último ciclo de funcionamiento, y los datos internos de funcionamiento no son válidos.	Esperar a que el motor llegue a potencia máxima y subir y bajar lentamente el mando de gas desde potencia máxima ralentí 2-3 veces a fin de que el sistema “aprenda”· los valores de funcionamiento de la nueva instalación. Apagar el motor a través de la radio a fin de que el sistema memorice los nuevos valores.
10.3.2 Aceleración demasiado lenta.	El valor de “Acceleration delay” es demasiado alto.	Reducir este valor.
	La temperatura de escape es excesiva, o está muy cercana a la máxima programada. El sistema modifica la velocidad de aceleración si hay riesgo de exceder la	Verificar el ajuste de temperatura máxima y comprobar que la temperatura de escape está en los valores normales.

	temperatura máxima	
10.3.3 Aceleracion no uniforme. Cuando se acelera rápido de ralentí a potencia máxima, el motor acelera rápidamente hasta un valor intermedio, se estabiliza por un tiempo, y continua acelerando hasta potencia	El valor del parámetro “Acceleration delay” es demasiado bajo. El sistema intenta acelerar el motor más rápidamente que lo que este puede, causando un momentáneo aumento de temperatura, que provoca que la aceleración se reduzca hasta que la temperatura vuelve a estar controlada.	Incrementar el valor de “acceleration delay” hasta que la aceleración sea continua sin escalones.

10.4 Deceleration:

Problem:	Cause:	Solution:
10.4.1 Apagado del motor al reducir la potencia rápidamente de potencia máxima a ralemtí.	El valor de “deceleration delay” es demasiado bajo y en algunos motores la reducción abruta del flujo de combustible causa que se apague la llama.	Incrementar el valor del parámetro “Deceleration delay" parameter.